Ueber den einfluss der vegetationsp... und der düngung auf ...

Paul Wilhelm Eduard Vageler



Ueber den Einfluss der Vegetationsperiode und der Düngung auf die chemischen Bestandteile der Kartoffelknollen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät der Albertus-Universität

zu Königsberg i. Pr.

vorgelegt und nebst den beigefügten Thesen

am

Freitag, den 15. Juli 1904, mittags 12¼ Uhr

öffentlich verteidigt von

Paul Vageler.

Opponenten:

Herr **Paul Ulrich,** cand. agr.
Herr **Herbert Stoll,** stud. agr.



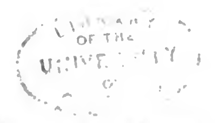
Berlin.
Druck von H. Staunau, Frankfurter Allee 43.
1904.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.



Litteraturübersicht.

1. Sammelwerke.

J. König: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. I.
„ Futtermittel.
„ Landw. und gewerb. wichtige Stoffe.
Maercker: Handbuch der Spiritusfabrikation.
Maercker-Delbrück: Spiritusfabrikation.
O. Saare: Fabrikation der Kartoffelstärke.
Pfeffer: Pflanzenphysiologie.
Strassburger: Lehrbuch der Botanik.
Mayer: Agrikulturchemie. I.

2. Einzelabhandlungen.

(soweit nicht in: König: „Nahrungsmittel“ verzeichnet.)

Tollens: Die Aschenbestandteile der Pflanzen. Journ. f. Landw. 50. III. S. 263.
Sjollema: Einfluss von Chlor und anderen Verbindungen auf die Zusammensetzung und den Ertrag der Kartoffeln. Ebenda. 1899. S. 305 ff.
„ Düngungsversuche mit Kartoffeln. Ebenda 1899. S. 105 ff.
v. Daszewski: Der Einfluss des Wassers und der Düngung auf die Zusammensetzung der Asche der Kartoffelpflanze. Ebenda 1900. S. 248.
A. v. Kalkreuth: Kartoffeldüngungsversuche in den Jahren 1900—1901. III. Landw. Z. 1902. 25.
Dr. Gerlach: Einfluss der Kalidüngung auf den Ertrag und Stärkegehalt der Kartoffeln. Ebenda No. 12.
Maercker: Wie ist die Düngung der Kartoffeln der durch die moderne Züchtung gesteigerten Ertragsfähigkeit anzupassen? Ebenda XIX. 20—21.

Maercker: Bericht über die im Jahre 1878 ausgeführten Kartoffeldüngungsversuche. Zeitschr. f. Spiritusind. 1879. 170 ff.

„ Ein auffälliger Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffeln. Zeitschr. f. Spiritusind. 1883. S. 160.

Hacke-Göttingen: Untersuchungen über den Verlauf der Nährstoffaufnahme der Kartoffel bei verschiedenen Düngungen. Mitt. aus dem landw. Institut der Univ. Göttingen. Journ. f. Landw. 43. 3.

Schulze: Beiträge zur Kenntnis der N. h. der Kartoffelknollen. Zeitschr. für Spiritusindustrie 1883. S. 25.

„ Ueber den Eiweissumsatz im Pflanzenorganismus. Landw. Jahrb. 1885. S. 713 ff.

„ Ueber die Bildungsweise des Asparagins und über die Beziehungen der N-fr. E. zum Eiweissumsatz im Pflanzenorganismus. Landw. Jahrb. 1885. S. 383 ff.

Zöller: Globuline in Kartoffeln. Journ. f. Landw. 1872. 66.

Müller: Ueber die Natur des in süssen Kartoffeln sich vorfindenden Zuckers. Landw. Jahrb. 1885. S. 909 ff.



Inhaltsverzeichnis.

Seite:





Einleitung.

Die Zusammensetzung der Kartoffelknolle wird von zwei Faktoren vornehmlich bedingt: Vegetationsperiode und Düngung, deren Einfluss ein um so fühlbarer ist, weil die Kartoffel in den Verhältnissen ihrer Bestandteile grösseren Schwankungen unterliegt, als sonst irgend eine Kulturpflanze. Einen Beitrag zur Klärung dieses Einflusses zu liefern, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit, wobei ich im voraus bemerke, dass dieser Einfluss in jedem Falle durch die sonstigen begleitenden Umstände: klimatische und Bodenverhältnisse, eine tiefgehende Modifikation erfahren muss.

Die Zusammensetzung der Kartoffelknolle an sich und unter dem Einfluss der Vegetationsperiode sowie der Düngung ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, wie bei der hohen Bedeutung der Kartoffel für Landwirtschaft und Industrie, von ihrer volkswirtschaftlichen Wichtigkeit ganz abgesehen, nur natürlich. Dabei sind allerdings in fast allen Fällen nicht sämtliche Bestandteile in Rücksicht gezogen, sondern meistens nur die wichtigsten, also: Stärke und Aschengehalt. Erstere als Hauptprodukt der Kartoffel, letztere zur Lösung der Frage der Düngung und ihrer rationellsten Verwertung in der Pflanze.

Eine Zusammenstellung der gesamten Litteratur über vorliegende Fragen findet sich in König: «Futtermittel» und «Nahrungsmittel» und will ich hier dahin verweisen. Ein Verzeichnis sonst in Betracht kommender, dort nicht genannter Arbeiten, gibt meine Litteraturübersicht.

Mit dem Stärkegehalt der Kartoffel steht in engster Beziehung ihr spez. Gewicht und der Gehalt an Trockensubstanz, insofern, als ein Ansteigen des Trockensubstanz-

gehaltes sowie des spezifischen Gewichtes in der Regel mit höherem Stärkegehalt verbunden ist, sodass es sogar möglich ist, auf Grund des leicht festzustellenden spez. Gewichts Trockensubstanz und Stärkewert mit einiger Genauigkeit zu schätzen. Doch ist das Verhältnis der drei Faktoren keineswegs ein einfaches und zahlreichen Ausnahmen unterworfen.

Ueber den Einfluss der Vegetationsperiode sowohl wie der Düngung auf diese 3 Faktoren sind zahlreiche Untersuchungen angestellt, als deren Summe sich ergibt, dass mit dem Verlaufe der Vegetationsperiode spez. Gewicht, Trockensubstanz und Stärke sich vermehren, ein Resultat, mit dem, wie ich voraus bemerken will, die Ergebnisse meiner Untersuchungen völlig übereinstimmen, Was den Einfluss der Düngung anbelangt, so seien hier nur die Namen von Märcker, Delbrück, Sjollema genannt.

Bei Vergleichung der gewonnenen Resultate zeigt sich klar, dass der Einfluss nicht nur der verschiedenen Kunst-Düngemittel, sondern auch der Grunddüngung je nach Boden und Klima und sonstigen Bedingungen ein ausserordentlich schwankender ist. Einigermassen feststehend ist nur die Rolle der Phosphorsäure, insofern sich aus allen Versuchen für dieselbe eine wenn auch zuweilen schwache, so doch stets günstige Wirkung ergibt.*)

Stickstoff und Kali können einerseits nicht vermisst werden, andererseits hat jedes Zuviel, sowie schon direkte Anwendung ein Sinken des Stärkegehaltes und damit auch der beiden anderen Faktoren zur Folge gehabt.

Der Aschengehalt der Kartoffel setzt sich vorzugsweise aus in Wasser löslichen Bestandteilen zusammen, und zwar bildet das Kali durchschnittlich die Hälfte der Gesamtasche. Was die Beeinflussung desselben durch die Vegetationsperiode anbelangt, so ist der relativen Menge nach in der

*) Sjollema: Düngungsversuche mit Kartoffeln.

Mitte der Vegetation die Nährstoffaufnahme abgeschlossen, doch finden noch mancherlei Verschiebungen statt, namentlich gross ist das Bedürfnis für Kali*), welches auch in der Asche vorwaltend ist. Der Einfluss der Düngung äussert sich nach Sjollema in der Weise, dass „die Kartoffeln mehr von denjenigen Nährstoffen aufnehmen, mit welchen man gedüngt hat; doch tritt diese Erscheinung im Kraut deutlicher zu Tage als in den Knollen.“**)

Der Gehalt der Kartoffeln an Eiweissstoffen, oder richtiger gesagt, N.h.-Stoffen steht nach den älteren Untersuchungen in umgekehrter Proportionalität zum Stärkegehalt, und steigern daher sämtliche die Stärke ungünstig beeinflussenden Düngemittel den Gehalt an Stickstoff.***) Von diesen sind höchstens 72% Eiweissstickstoff und zwar um so weniger, je grösser die N.-Menge ist. Die Hälfte ungefähr ist löslich und hiervon nur $^1/_3$ Eiweiss. Den Rest bilden Peptone in geringer Menge, Xanthinkörper und vor allem Amide: Asparagin und zurücktretend Tyrosin und vielleicht Leucin. Ueber das Verhalten der einzelnen Stoffe zu einander im Verlaufe der Vegetation sind die Ansichten noch geteilt. Während nach Kreusler und Hungerbühler der Eiweissgehalt der Kartoffeln im Laufe der **Hauptvegetationsperiode am höchsten** ist, der Amid-Gehalt also zurücktritt, halten Märcker, Kellner und andere Autoren im Gegenteil hohen Amidgehalt für ein Zeichen der Unreife.****) Nh-Düngemittel scheinen nach

*) Hacke, Göttingen: Mitt. aus d. landw. Institut d. Univers. Journal f. Landw. 43. 3.

**) Sjollema: Düngungsversuche mit Kartoffeln.

***) Märcker: Handbuch der Spiritusfabrikation.
Schulze: Beiträge zur Kenntnis der N.h-Stoffe der Kartoffelknollen.
Märcker-Delbrück: Spiritusfabrikation.

****) Märcker: Ein auffälliger Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffeln.

Versuchen von Märcker den Stickstoff- und zwar vornehmlich Amidstickstoffgehalt zu steigern.

Auch hinsichtlich der N-freien Extraktstoffe der Kartoffelknollen sind die Ansichten der Autoren geteilt. Allgemein fest steht das Vorkommen von reduzierendem Zucker, wohl hauptsächlich Dextrose, sowie von Rohrzucker.*) Dextrine wollen Morgen, Dextrine und**) lösliche Stärke amerikanische Untersucher gefunden haben. Dem gegenüber steht die Ansicht Märckers und Delbrücks, welche sich folgendermassen zur Frage äussern:***)

„Die „dextrinartigen Körper“ Morgens sind wohl tatsächlich nicht Dextrin, sondern Rohrzucker. Denn nach Untersuchungen von Müller-Thurgau kann aus süssen Kartoffeln dieser Zucker direkt in Kristallen dargestellt werden, und er bildet neben meist erheblicheren Mengen Dextrose den Zuckergehalt der Kartoffeln.“

Die Mengen des red. Zuckers sind als sehr schwankend gefunden worden, 0,4—3,4 %. Es haben verschiedene Kartoffelsorten unter wechselnden Bedingungen offenbar verschiedenes Zuckerbildungsvermögen.

Ueber den Einfluss der Vegetationsperiode haben Kreusler und Saare****) Untersuchungen gemacht und eine Abnahme des Zuckergehaltes mit zunehmender Reife beobachtet. Ueber den Einfluss der Düngung hat Märcker Untersuchungen angestellt und eine für die N-freien Extraktstoffe besonders günstige Wirkung der Stickstoffdüngung konstatiert.*****)

*) Märcker: Handbuch der Spiritusfabrikation.
**) Vermont. Exp. Stat. R. 1901. 209 ff.
***) Märcker-Delbrück: Spiritusfabrikation.
****) Saare: Stärkefabrikation.
König: Nahrungsmittel.
*****) Märcker: Ein auffälliger Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffeln.

Ausser den Zuckerarten sind in den Kartoffeln noch relativ grosse Mengen freier Säure vorhanden und zwar vornehmlich Citronensäure, sowie etwas Weinsäure und Oxalsäure. Genauere Untersuchungen über etwaige Aenderungen des Säuregehaltes bei verschiedenen Bedingungen sind meines Wissens nicht ausgeführt.

Ueber die Aenderung des Rohfasergehaltes der Kartoffeln, welcher übrigens ein sehr geringer ist, hat Girard*) Untersuchungen angestellt, die ein langsames Ansteigen mit fortschreitender Reife zeigten. Der Einfluss der Düngung äusserte sich nach Heiden, Märcker, Vibrans u. a. sehr verschieden.**)

Pentosane sind stets nur in sehr geringen Mengen beobachtet. Vollständige Analysen von Kartoffeln unter verschiedenen Vegetationsbedingungen und Düngungen mit möglichst weitgehender Scheidung aller irgend trennbaren Bestandteile liegen in verschwindender Zahl vor. Hierzu einen Beitrag zu liefern, war der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Dabei ist es von grosser Wichtigkeit, die begleitenden Nebenumstände genau zu kennen, da durch diese die Zusammensetzung der Kartoffeln in jedem einzelnen Falle stark modifiziert wird und andererseits auch die Arbeitsmethoden, namentlich bei Bestimmung der organischen Bestandteile. Denn es unterliegt keinem Zweifel, dass durch verschiedene Methoden recht abweichende Resultate gefunden werden müssen, da es sich meistens nicht um Isolierung einheitlicher Körper, sondern nur gleichartiger Körpergruppen handelt.

Demgemäss sollen die nun folgenden Untersuchungen in 4 Teilen behandelt werden:

---

*) A. Girard: Chem. Ztg. 1889. 13. Rep. 104.

**) König: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel.

I. Die Anstellung der Versuche.
II. Die Arbeitsmethoden.
III. Der Einfluss der Vegetationsperiode.
IV. Der Einfluss der Düngung.

Zum Schlusse des III. und IV. Abschnitts gedenke ich eine gedrängte Uebersicht der in jedem Teile gewonnenen Resultate zu geben. Massgebend für den grösseren oder geringeren Wert der einzelnen Sätze sind die Tabellen und Ausführungen im III. und IV. Teile, sowie namentlich die entsprechenden graphischen Tafeln.



I. Die Anstellung der Versuche.

Zur Verfolgung der Stoffaufnahme der Kartoffelknolle im Laufe der Vegetationsperiode stand mir ein kleines Stück Land von ca. 75 qm Grösse im Garten des agrikulturchemischen Instituts zur Verfügung.

Die Krume besteht aus humosem Lehm; der Untergrund, steifer Ton, ist wenig durchlässig. Nach reichlicher Düngung mit Superphosphat, Kainit und Salpeter wurden hier die Kartoffeln am 18. Mai 1903 in 50 : 50 cm Standweite gesetzt, Als Saatgut diente die Futterkartoffel «Leo», eine grosse, weisse Kartoffel (anerk. Saat d. D. L. G.), welche auch für den weiter unten zu beschreibenden Felddüngungsversuch Verwendung fand.

Gleich nach dem Aufgehen wurden die Kartoffeln gehackt und gehäufelt, was nach je 2 und 3 Wochen noch zweimal geschah.

Das Wachstum des Krautes war sehr üppig. Am 27. Juli wurde ein Drittel der Kartoffeln ausgegraben als erste Probe. Das zweite Drittel wurde am 20. Aug. entnommen, der Rest am 22. Sept. Die Proben wurden sofort verarbeitet, um ev. Aenderungen in der Zusammensetzung zu vermeiden.

Zur Feststellung des Einflusses der Düngung auf die Bestandteile der Kartoffelknolle diente ein Felddüngungsversuch auf dem Versuchsfelde der Universität Waldgarten.

Das Feld ist abzüglich der Wege 10080 qm gross, die Lage vollkommen eben, der Boden sandiger Lehm,

von überall gleicher Beschaffenheit, drainiert. Eine Analyse des Bodens aus dem Jahre 1902 liegt von Lienau vor: (Diss. Königsberg 1903). Der Boden enthielt, bezogen auf Trockensubstanz:

	In der Oberkrume %	Im Untergrund %	Im Durchschnitt %
P_2O_5	0,071	0,064	0,068
K_2O	0,095	0,088	0,093
N	0,110	0,093	0,103
CaO	0,124	0,141	0,133

Das Feld wurde, wie auch im Vorjahre, (Lienau, Diss. Kgbg. 1903) in 7 Hauptparzellen geteilt, welche von Norden nach Süden verliefen: 12 m. breit, 120 m lang. Parzelle I—VII. Diese 7 Parzellen waren ihrerseits senkrecht zu ihrer Längsrichtung in je vier Teile von je 30 m Länge geteilt, die Streifen a—d, so dass das ganze Versuchsfeld in 28 Parzellen von je 30 m Länge und 12 m Breite zerfiel, welche verschiedene Düngung erhielten, wie aus dem folgenden Düngungsplan ersichtlich ist.

Es erhielten pro ha in kg:

	Parzelle.	P_2O_5	K_2O	N	CaO	Stallmist.
I.	a.	100	25	100	2500	
	b.	100	25	100	2500	36000
	c.	100	25	100		36000
	d.	100	25	100		
II.	a.	25	100	100	2500	
	b.	25	100	100	2500	36000
	c.	25	100	100		36000
	d.	25	100	100		
III.	a.	100	100	100	2500	
	b.	100	100	100	2500	36000
	c.	100	100	100		36000
	d.	100	100	100		
IV.	a.				2500	
	b.				2500	36000
	c.					36000
	d.					
V.	a.	25	25	100	2500	
	b.	25	25	100	2500	36000
	c.	25	25	100		36000
	d.	25	25	100		
VI.	a.	100	25	25	2500	
	b.	100	25	25	2500	36000
	c.	100	25	25		36000
	d.	100	25	25		
VII.	a.	25	100	25	2500	
	b.	25	100	25	2500	36000
	c.	25	100	25		36000
	d.	25	100	25		

Im Jahre 1902 hatte das Feld Hafer getragen. Die Verteilung der Parzellen war dieselbe wie im Jahre 1903, desgleichen im wesentlichen die Düngung. Ein Unterschied bestand nur insofern, als

1) Stallmist, den Vorfrüchten nicht gegeben war,
2) hatte die Vorfrucht statt 100 kg N pro ha nur 75 kg erhalten und zwar zum Teil als Salpeter, zum Teil als Ammoniumsulfat.

Der Kalk war den Parzellen a und b im Herbste 1902 gegeben, jedoch hatte die Vorfrucht auf diesen beiden Parzellen bereits im März 1902 eine gleich starke Düngung mit Kalk erhalten. Der Stallmist, der übrigens von sehr schlechter und vor allem sehr wechselnder Beschaffenheit war, wie bei Bezug von den angrenzenden kleineren Besitzern leicht erklärlich, wurde im Dezember 1902 gefahren, sofort auf einer leichten Schneedecke möglichst sorgfältig gebreitet und blieb bis zum Frühjahr liegen, wo er untergepflügt wurde.

Am 16. April wurde auf dem glattgeeggten Acker der künstliche Dünger gestreut. Derselbe war zur Erleichterung der gleichmässigen Verteilung mittelst trockenen Sandes für alle sechs Parzellen auf ein gleiches Volumen gebracht und wurde er mit einer Düngerstreumaschine in der Längsrichtung der Parzellen ausgestreut. Parzelle IV erhielt keinen Handelsdünger.

Das Kali wurde gegeben als 40 $^0/_0$ Salz, Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak und Phosphorsäure als 18 $^0/_0$ Superphosphat.

Die Ungunst der Witterung verzögerte das Setzen der Kartoffeln bis zum 19. Mai 1903. Zur Verwendung kam dabei eine Kartoffelpflanzlochmaschine, die jedoch, zum Teil vielleicht auch wegen der noch ziemlich grossen Nässe des Bodens, so schlecht arbeitete, dass ein Kartoffelpflug zum Bedecken zu Hilfe genommen werden musste. Ein Abwarten grösserer Trockenheit war infolge der vorge-

rückten Jahreszeit und unsicheren Witterung nicht mehr möglich.

Die Standweite betrug 45 : 45 cm. Das Saatquantum war infolge der ungewöhnlichen Grösse der Kartoffeln 26,2 dz. auf die Fläche, trotzdem die grössten Knollen halbiert wurden.

Ein Behäufeln fand bald nach dem Aufgehen der Kartoffeln statt, erwies sich wegen der unsauberen Arbeit der Pflanzlochmaschine jedoch nur in der Längsrichtung der Hauptparzellen als durchführbar. Später wurden dann die Kartoffeln noch einmal mit der Hand gehackt und das Unkraut sorgfältig entfernt.

Im Juli machte sich auf Parzelle IIa und IIIa sehr stark Schwarzbeinigkeit bemerkbar, woran auch noch die angrenzenden Parzellen Ia, IIb, IIIb und IVa ziemlich zu leiden hatten, während sich auf den übrigen Teilen des Versuchsfeldes nur hin und wieder eine kranke Pflanze fand. Jedoch wurde das Wachstum der Kartoffeln stark durch die zeitweise herrschende Dürre beeinträchtigt, so dass der Stand kein besonders üppiger war. Das Kraut zeigte seine volle Entwickelung erst in der Mitte des Monats August.

Die Ernte der Kartoffeln fand in der zweiten Hälfte des Oktober statt.

II. Die Arbeitsmethoden.

1. Die Probenahme.

Die zur Untersuchung bestimmten Knollen wurden bei der Ernte der Kartoffeln in der Weise entnommen, dass in den Diagonalen jeder Parzelle auf jeder Reihe je eine Staude gegraben wurde, deren Knollen sämtlich gesammelt wurden. Unberücksichtigt blieben dabei Schutzstreifen von je $^{3}/_{4}$ m Breite an den Grenzen der Parzellen. Die auf diese Weise erhaltenen Proben, ca. 15—20 kg bei dem äusserst geringen Ernteertrage, ergaben ein gutes Durchschnittsbild der Parzellen.

2. Die Gewinnung der Trockensubstanz.

Eine proportional den Mengenverhältnissen der grossen und kleinen Kartoffeln der ursprünglichen Probe zusammengesetzte kleinere von 1,25—1,5 kg wurde sauber von allem anhaftenden Schmutz etc. gereinigt und diente zunächst zur Bestimmung des spezifischen Gewichts mittelst der Reimannschen Wage. Sodann wurden die Knollen abgetrocknet und in Scheiben von 2—3 mm Dicke geschnitten.

1000 gr dieser Scheiben wurden, je 2 Scheiben durch eine 1 cm starke Glasperle getrennt, auf Fäden gezogen und in einer Darre frei hängend bei 50—60° C. vorgetrocknet. Ein Abtropfen von Saft fand dabei nicht statt.

Nach drei Stunden wurden die Scheiben von den Fäden entfernt, zerkleinert und in dem Dampf-Trockenapparat von Ehrhardt & Metzger, Darmstadt 12 Stunden

auf 100° erhitzt, was in jedem Falle zur Erzielung der Gewichtskonstanz genügte.

Der Gewichtsverlust ergab den Wassergehalt der Kartoffeln. Die trockene Masse wurden dann fein gemahlen, durch ein Sieb von 1 mm Maschenweite gebracht und in gut verkorkten, mit Pergament verbundenen Flaschen zur Analyse aufbewahrt.

Während dieser Behandlung stieg der Wassergehalt der Substanz auf durchschnittlich 2%. Beim Aufbewahren fand eine weitere Aenderung desselben nicht mehr statt.

3. Bestimmung der Gesamtasche.

50 gr der nach 2 erhaltenen Substanz wurden in gewogener Platinschale 30 Minuten bei ganz kleiner Flamme, sodass die Flammenspitze ca. 2½—3 cm von dem Boden der Schale entfernt war, erhitzt; dann wurde die Flamme 2—3 Minuten soweit genähert, dass der Boden der Schale leicht zu glühen begann und die Substanz ins Glimmen geriet. Sobald dies erreicht war, wurde die Flamme wieder in die anfängliche Entfernung gebracht und die Substanz sich selbst überlassen.

Nach 2—2½ Stunden war die Verkohlung der Masse vollendet. Die Kohle wurde dreimal mit kochendem Wasser extrahiert, abfiltriert, und Filter nebst Rückstand in der Platinschale getrocknet, verascht und die Asche weiss gebrannt, was sehr schnell und leicht von statten ging.

Zum Rückstande wurde der Extrakt hinzugegeben, zur Trockne gedampft, leicht angeschmolzen und nach dem Erkalten im Exsikkator gewogen als Gesamtasche.

Die Asche wurde in verdünnter Salpetersäure gelöst, die Lösung filtriert, um die ganz geringfügigen Kohlenrestchen zu entfernen, auf 250 cm aufgefüllt und in luftdicht geschlossenen Flaschen zur Verarbeitung aufbewahrt. Als Konservierungsmittel diente pro Flasche ½ ccm reines

Chloroform, welche Menge genügte, jede Pilzvegetation zu unterdrücken.

4. Chlorbestimmung.

In 50 ccm obiger Lösung wurde Cl titrimetrisch (mit $AgNO_3$ und NH_4CNS) bestimmt.

5. Phosphorsäurebestimmung.

Weitere 50 ccm der Lösung 3 dienten zur Bestimmung der Phosphorsäure. Nach Zusatz von 50 ccm Ammonmolybdatlösung (nach Wagner-Stutzer) wurde eine Stunde auf dem Wasserbade digeriert; nach 16—18stündigem Stehen wurde abfiltriert, der Rückstand im Glase und auf dem Filter mit 15% Ammonnitratlösung ausgewaschen, in $3^1/_2$% NH_3 gelöst und mit 15 ccm Magnesiamixtur tropfenweise unter Rühren versetzt. Nach 24-stündigem Stehen wurde durch Platingoochtiegel filtriert, mit $2^1/_2$% NH_3 nachgewaschen, zuerst in der Bunsenflamme, dann auf dem Gebläse geglüht und nach dem Erkalten im Exsiccator als $Mg_2P_2O_7$ gewogen.

6. Kalibestimmung.

25 ccm der Aschenlösung sind auf dem Wasserbade zur Trockne gedampft, mit konz. Salzsäure zur Vertreibung der Salpetersäure befeuchtet, nochmals zur staubigen Trockne gebracht und mit einigen Tropfen Salzsäure und etwas Wasser aufgenommen. Eine Berücksichtigung der Kieselsäure war wegen der verschwindend geringen Menge derselben nicht nötig. Die Lösung wurde dann mit 1 ccm 10% Eisenchloridlösung, sowie mit geringen, stets gleichen Mengen einer Lösung von Chlorbaryum, Ammoniak und Ammoniumkarbonat versetzt, 2 Minuten gekocht und mit Vernachlässigung des geringen Volumens des Niederschlages bei 15° auf 250 ccm aufgefüllt. 200 ccm sind hiervon durch Faltenfilter abfiltriert, was infolge des grobflockigen Eisenniederschlages, der die feinkörnigen Niederschläge der

alkalischen Erden mit niedergerissen hatte, sehr leicht und gut von statten ging.

Nach dem Eindampfen auf dem Wasserbade wurden durch vorsichtiges Glühen die Ammoniumsalze verjagt, der Rückstand zweimal mit chem. reiner Oxalsäure geglüht, um die letzten Spuren der alkalischen Erden unlöslich zu machen, mit Wasser aufgenommen, filtriert, mit Salzsäure schwach sauer gemacht und mit 5—10 ccm 10 % Platinchloridlösung versetzt. Nach dem Eindampfen wurde mit einigen Tropfen Wasser und 80 % Alkohol aufgenommen, durch Goochtiegel filtriert, der Rückstand mit Alkohol und Aether gewaschen, dann 2 Stunden bei 130° getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator als K_2PtCl_6 gewogen.

7. Die Bestimmung des Gesamt-Stickstoffes.

Zur Bestimmung des Gesamtstickstoffes dienten 3 gr der nach 2) gewonnenen Substanz, die nach der Methode von Kjeldahl gelöst wurde.

8. Bestimmung des Amidstickstoffs.

Die Bestimmung des Amidstickstoffs geschah in den von dem Vegetationsversuch stammenden 3 Proben in der Weise, dass 2 gr der Substanz mit 100 ccm Wasser im Becherglase 5 Minuten bei 45° digeriert, mit 20 ccm konz. Alaunlösung und 20 ccm nach Stutzer bereitetem Kupferhydroxyd versetzt und nach dem Erkalten filtriert wurden. Das Filtrat wurde auf ca. 60 ccm eingeengt und nach Kjeldahl der N. bestimmt.

9. Bestimmung der Rohfaser.

Zur Bestimmung der Rohfaser bediente ich mich der Methode von Gabriel: (König: Unters. landw. und gew. wichtiger Stoffe. 231.) 2 gr Substanz sind mit 60 ccm Glycerinkalilauge (33 g KOH auf 1 L. Glycerin enthaltend) im Becherglase mit Thermometer auf freier Flamme erhitzt, bis die Temperatur von 180° erreicht war. Nach

dem Abkühlen auf 140° wurde die Masse mit siedendem Wasser in ein grosses Becherglas mit 200 ccm gleichfalls kochendem Wasser übergespült und gut umgerührt. Nach dem Erkalten wurde die oben stehende klare Flüssigkeit mittels eines mit Seidenzeug überzogenen Trichters mit der Wasserstrahlpumpe möglichst vollständig abgesogen, ohne den Niederschlag aufzurühren, der Rückstand mit 200 ccm Wasser aufgekocht und noch 2 mal in derselben Weise verfahren. Beim dritten Male wurden dem Wasser 5 ccm 25 % HCl zugesetzt und nach dem Erkalten durch Porzellangoochtiegel filtriert, mit Wasser, Alkohol und Aether gewaschen, 2 Stunden bei 110° getrocknet und gewogen.

10. **Bestimmung der Stärke.**

Zur Ermittelung des wahren Stärkegehaltes benutzte ich die Methode von Baumert und Bode: (Zeitschr. f. angew. Chemie 1900. 1074 ff.) 3 gr der nach 2) gewonnenen Substanz wurden im Zinnbecher mit ca. 50 ccm Wasser angerührt und blieb das Gemisch unter gelegentlichem Umrühren 1—1 ½ Stunden stehen. Dann wurde die Flüssigkeit vom Bodensatze möglichst vollständig durch ein kleines Asbestfilter (2 cm Bodendurchmesser des Porzellan-Goochtiegels) abgegossen unter Benutzung derWasserstrahlpumpe, der Asbest mit den Substanzteilchen in den Zinnbecher zurückgebracht, mit 50 ccm Wasser verrührt, der Becher mit Deckel geschlossen und im Autoklaven 3 ½ Stunden auf 2,8—2,9 Atmosphären erhitzt. Nach dem Abkühlen wurde der Inhalt des Bechers mit 150—200 ccm kochenden Wassers in einen 250 ccm Kolben gebracht, zur völligen Lösung der Stärke noch 10 Minuten gekocht und nach dem Erkalten bei 15° unter Vernachlässigung des Volumens der Substanz auf 250 ccm aufgefüllt. Durch Faltenfilter wurdeh 100 ccm abfiltriert und mit 10 ccm 10 % Natronlauge versetzt, wodurch eine nicht mehr

opalisierende klare Lösung entstand, die sich auch beim Aufbewahren nicht mehr änderte.

Von dieser Lösung wurden 25 ccm mit 100 ccm Alkohol (94—96 Vol %) unter Umrühren nach Zusatz von ungefähr ½ gr feinflockigem Asbeste vermischt, wobei das Rühren (ev. unter Zufügung von noch etwas Asbest) solange fortgesetzt wurde, bis sich der Niederschlag schnell zu Boden setzte.

Die klare Flüssigkeit wurde unter Benutzung einer Wasserstrahlpumpe durch eine ausgeglühte Soxhlet-Asbestfilterröhre gegossen, der Rückstand, ohne ihn festzudrücken, mit 80 % Alkohol verrührt und möglichst lose aufs Filter gebracht unter Vermeiden von Festsaugen. Zur Entfernung der letzten Reste desselben aus dem Becherglase wurden sie in 3—5 ccm 5 % Salzsäure gelöst, mit 96 % Alkohol wieder gefällt und aufs Filter gespült, welches nun mit 80 % Alkohol, 96 % Alkohol und Aether ausgewaschen wurde. Sobald durch scharfes Absaugen die letzten Reste des Aethers entfernt waren, wurde das Filter eine halbe Stunde bei 50—60°, dann 4 Stunden bei 130—140° getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen. Im Sauerstoffstrome wurde dann die Stärke bei möglichst schwacher Hitze verbrannt und nach dem Erkalten im Exsiccator das Filterrohr gewogen, welches nach Herausnahme des mit der Stärke vermischt gewesenen Asbests, der demselben Zwecke wieder diente, sofort von neuem gebrauchsfertig war. Die Differenz der beiden Wägungen ergab die Menge der wirklichen Stärke.

11. Bestimmung der wasserlöslichen Stoffe.

50 gr der nach 2) gewonnenen Substanz wurden mit 800 ccm Wasser in einen Literkolben übergossen und blieben unter Umschütteln nach je 10 Minuten eine Stunde stehen. Dann wurde bis zur Marke unter Vernachlässigung des Volumens der Substanz aufgefüllt, durchgeschüttelt

und nach $^{1}/_{4}$ stündigem Absetzenlassen durch Faltenfilter 500 ccm davon abfiltriert. Hiervon dienten:

a. 50 ccm zur Bestimmung der Gesamtmenge der in Lösung gegangenen Stoffe, indem sie in gewogener Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne gedampft, 2 Stunden bei 105° getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen wurden. Der Rückstand ist vorsichtig verascht (s. o.), nach dem Erkalten gewogen und ergab nun die Menge der löslichen Aschenbestandteile.

b. 50 ccm wurden nach Kjeldahl mit Schwefelsäure gekocht und hierdurch die Gesamtmenge des Stickstoffs in Form löslicher Substanzen gefunden. Multiplizieren wir diese Zahl mit dem üblichen Faktor 6,25, um sie auf NH-Substanz zu berechnen und bezeichnen wir sie dann mit a. Ferner die Menge der löslichen Aschenbestandteile mit b und die Gesamtmenge aller löslichen Stoffe der Kartoffel mit c, so berechnete ich den Gehalt an N-freien Extraktstoffen nach der Formel c—(a + b.)=N—fr. E.

c. 100 ccm der Lösung wurden eine Stunde im Autoklaven auf 1 $^{1}/_{2}$ Atmosphären-Druck erhitzt (Methode von Lascynski, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1889. p. 22 ff. und Nedokutschajew: Landw. Vers. 1903. 277 ff.), das Coagulum, welches sämtliches gerinnungsfähige Eiweis enthält — ich habe den N-Gehalt desselben in den Tabellen als Albumin-N bezeichnet — wurde durch ein stickstofffreies Filter abfiltriert und der Rückstand nach dem Auswaschen mit siedendem Wasser nach Kjeldahl zerstört. Die auf diese Weise ermittelten Werte zeigten bei Einhaltung desselben Verfahrens eine sehr grosse Konstanz, Abweichungen kamen erst in der dritten Dezimalstelle vor.

Das Filtrat wurde nach vollständigem Erkalten, was für das Absetzen des Albumose-Peptonniederschlages und gute Filtrierbarkeit desselben sich als sehr wichtig erwies,

mit 5 ccm 10 % H_2SO_4*) und 20 ccm 5 % Tanninlösung (mit 20 ccm 10 % H_2SO_4 pro 500 ccm) versetzt und nach 18stündigem Stehen durch ein stickstofffreies Filter filtriert, und das Filter nebst Niederschlag nach Methode Kjeldahl verbrannt. Die Menge von 20 ccm Tanninlösung auf 100 ccm des Extraktes (entsprechend 1 gr Tannin auf 5 gr der nach 2) erhaltenen Substanz) erwies sich nach meinen Versuchen als das Optimum, sowohl hinsichtlich der Filtrierbarkeit als der Konstanz der Resultate. Der auf diese Weise ermittelte Stickstoff wurde als Albumosestickstoff in Anrechnung gebracht.

Albumin und Albumosestickstoff, von der Gesamtmenge des Stickstoffs der löslichen Verbindungen abgezogen, ergab die als Amidstickstoff eingesetzten Werte.

d. 200 ccm des Extraktes wurden in einer Porzellanschale bis zum dicken Syrup eingedampft, in 10 ccm Wasser gelöst und mit 100 ccm 96 Vol % Alkohol versetzt. Nach 18stündigem Stehen ist die klare Flüssigkeit abfiltriert, der Rückstand wiederholt unter Reiben mit einem Pistill mit Alkohol ausgewaschen, in Wasser gelöst und nochmals mit Alkohol gefällt und ausgewaschen. Die vereinigten alkoholischen Filtrate wurden zur Trockne gedampft mit Alkohol aufgenommen, von einer ev. Trübung abfiltriert, wieder zur Trockene gedampft, der Rückstand in Wasser gelöst und die Flüssigkeit auf 100 ccm aufgefüllt. In 25 ccm der Lösung ist der Traubenzucker nach Meissel und Allihn bestimmt (König: D. Unt. l. u. g. w. Stoffe. 213), indem

30 ccm Kupfersulfatlösung (34,63 g $CuSO_4$ in 500 ccm enthaltend)

30 ccm Seignettesalzlösung (173 g Seignettesalz und 125 g Kalihydrat zu 500 ccm gelöst) und 60 ccm Wasser zum Kochen erhitzt und sodann mit obigen 25 ccm Lö-

*) Meth. von Keller (Landw. Vers. St. 1900. 114 ff.)

sung 2,00 Minuten im Kochen erhalten wurden. Dann ist sofort durch ein ausgeglühtes und gewogenes Soxhlet-Asbestfilter unter Benutzung der Wasserstrahlpumpe filtriert, mit Alkohol und Aether gewaschen, der Inhalt des Röhrchens trocken gesogen, im Wasserstoffstrome unter vorsichtigem Glühen reduziert und das Filter nach dem Erkalten im Wasserstoffstrom gewogen.

Die Niederschläge der Alkoholfällungen wurden gleichfalls vereinigt, in heissem Wasser gelöst, von dem ausgeschiedenen Eiweiss durch Filtration getrennt, auf 100 ccm eingeengt und mit 20 ccm Salzsäure (1,125 spez. Gew.) 3 Stunden am Rückflusskühler erwärmt. Nach jedesmaligem raschem Abkühlen ist mit Natronlauge neutralisiert, auf 100 ccm durch Einengen und Wiederauffüllen gebracht und in 25 ccm die Dextrose wie oben bestimmt. Da aber die Mengen Dextrin sich als so geringe erwiesen, dass sie teils innerhalb der Fehlergrenzen der recht ungenauen Methode fielen, und sie teils überhaupt nicht festzustellen waren, so wurde die Bestimmung nur auf den Parzellen mit extremer Düngung ausgeführt. Sie ergab aber nur auf Parzelle 10 (III b) ein Resultat.

e. 50 ccm der Lösung habe ich mit $^1/_5$ Norm. NaOH titriert (Phenolphtalein als Indikator) und ergab die Zahl die Menge der freien Säure, ausgedrückt in ccm Normalschwefelsäure pro 100 gr Trockensubstanz. Wesentlich war es, die Titration sofort nach Gewinnung des Extraktes vorzunehmen, da bereits nach 12 Stunden unter dem Einflusse von Bakterien der Säuregehalt nicht unerheblich stieg, wie vergleichende Versuche lehrten.

III. Der Einfluss der Vegetationsperiode auf die Zusammensetzung der Kartoffelknolle.

Der grösseren Uebersichtlichkeit halber will ich die Resultate der Analysen in verschiedenen Gruppen im Folgenden an der Hand der Tabellen nur kurz erläutern, ohne hier Schlüsse daraus zu ziehen, diese vielmehr am Schlusse des Abschnittes zusammenfassen. Wenn ich sie in bestimmter Form ausspreche, so ist damit nicht eine Verallgemeinerung beabsichtigt, was schon der Kleinheit des Versuches wegen ausgeschlossen ist, sondern es geschieht dies nur deshalb, weil sich für diesen Versuch eben diese Folgerungen ergeben. Ob dieselben auf allgemeinere Gültigkeit Anspruch erheben können, müssen weitere Versuche lehren.

1. Einfluss der Vegetationsperiode auf den Gehalt der frischen Substanz an Wasser und auf das spezifische Gewicht.

Es enthalten 100 Teile der frischen Substanz:

Tabelle 1.

	Spez. Gew.	H_2O
Saatkartoffel	1,082	80,97 %
d. 27. VII.	1,072	81,56 %
d. 20. VIII.	1,074	80 57 %
d. 22. IX.	1,074	80,12 %

Zum Vergleiche habe ich die Analyse der Saatkartoffel mit angegeben.

Das spezifische Gewicht sowohl als die Trockensubstanz zeigen eine Zunahme mit dem Fortschreiten der Vegetationsperiode von der Probenahme am 27. VII. bis 20. VIII. Von da an bis zum 22. IX. bleibt das spezifische Gewicht konstant; die Trockensubstanz zeigt sogar eine geringe Verminderung, resp. der Wassergehalt ein kleines Ansteigen. Von dem Zustande der Reife ist die Kartoffel jedoch am 22. IX. noch weit entfernt, wie das noch äusserst geringe spezifische Gewicht, abgesehen von den noch stark bemerkbaren äusseren Zeichen der Unreife, beweist. Vielmehr handelt es sich hier um eine Ruheperiode in der Produktion N-fr., namentlich also der Stärke, wie aus den folgenden Tabellen hervorgeht. Erklärt wird dies Verhalten in ungezwungener Weise durch die trübe regnerische Witterung, die vom 20. VIII. bis 22. IX. vorherrschte.

2. Der Gehalt an Asche.

Tabelle 2.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Cl	K_2O	P_2O_5
	%	%	%	%
Saatkartoffel	6,591	0,299	2,401	0,449
d. 27. VII.	7,53	0,434	3,690	0,678
d. 20. VIII.	5,93	0,484	3,177	0,718
d. 22. IX.	5,85	0,427	3,039	0,638

a. Der Gesamtaschengehalt.

Der Gehalt der Trockensubstanz an Asche zeigt bei der Probe vom 27. VII. ein Maximum, fällt sehr stark bis zum 20. VIII. und bleibt von da bis zum 22. IX. ziemlich konstant. Aus diesem Verhalten glaube ich den Schluss

ziehen zu dürfen, dass die Aufnahme der Aschenbestandteile am 27. VII. der Hauptsache nach als beendigt anzusehen war und dass von diesem Zeitpunkte an die Verarbeitung derselben begann, zur Produktion organischer Substanz, wodurch dann bereits in der Probe vom 20. VIII. der relative Aschengehalt um 1,6 % gesunken erscheint. Dass dabei die Aufnahme der Aschenbestandteile durch die Knollen keineswegs sistiert ist, sondern nur in andere Bahnen geleitet, zeigen die nicht unbedeutenden Verschiebungen der Aschenbestandteile in ihrem gegenseitigen Verhältnis.

b. **Der Kaligehalt.**

Der Gehalt der Trockensubstanz an Kali zeigt, wie a priori zu erwarten war, entsprechend dem Gehalte an Gesamtasche in der Probe vom 27. VII. sein Maximum, das schroffste Absinken bis zum 20. VIII. und ein allmählicheres Fallen bis zum 22. IX. Wesentlich anders gestaltet sich sein Verhalten in bezug auf die Gesamtmenge der Asche. Während am 27. VII. auf 100 Teile Asche nur 48,9 Teile K_2O kamen, steigt diese Zahl am 20. VIII. auf 53,5, um am 22. IX. wieder etwas zu sinken auf 51,8 Teile K_2O auf 100 Teile Asche.

c. **Der Chlorgehalt.**

Auf 100 Teile Asche bezogen entspricht der Chlorgehalt der drei Proben vollständig in seinem Verhalten dem Kaligehalte insofern, als das Minimum am 27. VII. erreicht ist (5,75 auf 100 Asche), das Maximum (8,12) am 20. VIII., dem ein Absinken auf 7,30 am 22. IX. folgt.

Auch auf Trockensubstanz bezogen, zeigte die Probe am 20. VIII. das Maximum des Chlorgehaltes, das Minimum dagegen die letzte Probe. Jedoch sind die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum nur geringe, und ist der Gehalt an Chlor bezogen auf Trockensubstanz ziemlich konstant.

d. **Der Phosphorsäuregehalt.**

Die Phosphorsäure folgt in ihrem Verhalten, sowohl bezogen auf Trockensubstanz als auf 100 Teile Asche, dem Chlor vollständig. Das Maximum liegt in beiden Richtungen auf Probe 2, = 0,718 % der Trockensubstanz und 12,09 Teile auf 100 Teile Asche. Das Minimum liegt auf Trockensubstanz bezogen auf Probe 3, = 0,638 %, auf Asche bezogen auf Probe 1, 9,00 Teile auf 100 Asche.

3. Die N.h. Bestandteile.

Tabelle 3.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

	Ges. N.	N.i. Form lösl. Verbindung.	N. in unlösl. Verbindung.	Protein N.	Amid N.
	%	%	%	%	%
Saatkartoffel	1,212	?	?	0,757	0,446
Probe 27. VII.	1,497	0,574	0,923	0,989	0,507
20. VIII.	1,122	0,651	0,471	0,803	0,319
22. IX.	1,300	1,063	0,237	0,446	0,854

In Probe 2 vom 20. VIII. erreicht der Gesamtstickstoff sein Minimum 1,122 %, um dann am 22. IX. wieder auf 1,300 % zu steigen, ohne jedoch das Maximum 1,497 % in Probe 1 vom 27. VII. wieder zu erreichen. Erklärlich wird dies Verhalten durch die schon bei den Aschenbestandteilen erwähnte, weiter unten eingehend zu besprechende starke Produktion von Stärke, wodurch bei verringerter Stickstoffzufuhr die prozentische Menge desselben natürlich in den Hintergrund tritt, um dann bei Nachlassen der Stärkebildung vom 20. VIII.—22. IX. wieder etwas zu steigen.

Das Protein und unlösliche Stickstoffverbindungen zeigen von Probe 1—3 eine Abnahme, lösliche N.Verbin-

dungen und Amidstickstoff dagegen eine Zunahme. Letzterer allerdings ist insofern unregelmässig, als er in Probe 2 eine Abnahme zeigt, die sich jedoch durch das Sinken des Gesamtstickstoffs leicht erklärt.

Während bei Probe 1 der Amidstickstoff noch fast die Gesamtmenge des löslichen Stickstoffs ausmacht, bildet er in Probe 2 nur noch die Hälfte desselben, um in Probe 3 wieder 1/5 auszumachen.

Eine Erklärung dieses auffallenden Verhaltens ist vielleicht in der die Reife stark verzögernden Wirkung der starken N-Düngung zu suchen, und waren die Kartoffeln, wie auch schon oben bemerkt, in der Tat weit von der Reife entfernt, die Verarbeitung des aufgenommenen N. also noch in vollem Gange.

4. **Die N-fr. Stoffe.**

Tabelle 4.

	G.M.d.l.S.	N-fr. E.	Zucker.	Stärke.	Rohfaser.
	%	%	%	%	%
d. 27. VII.	13,93	10,35	1,498	62,29	2,272
d. 20. VIII.	11,34	7,27	1,298	66,89	2,028
d. 22. IX.	12,90	6,26	1,284	66,71	2,207

a. **Die löslichen N-fr. Stoffe.**

Die löslichen N-fr. Stoffe, also die von mir als N-fr. E. bezeichneten, in die auch der Zucker einbegriffen ist, zeigen von Probe 1—3, dem Fortschreiten der Vegetationsperiode entsprechend, eine successive Abnahme, wie auch die Gesamtmenge der löslichen Stoffe, die allerdings in Probe 3, entsprechend der Zunahme an löslichen N.h-Stoffen wieder ein Ansteigen zeigt.

Dextrine waren in so geringer Menge vorhanden, dass eine quantitative Bestimmung derselben nicht möglich war.

Der grösste Unterschied besteht sowohl bei Zucker als auch N-fr. E. zwischen Probe 1 (27. VII.) und 2 (20. VIII.)

b. Die Stärke.

Eine Erklärung findet sich hierfür in dem plötzlichen Steigen der Stärkeablagerung von Probe 1 zu 2. Die Ablagerung entspricht genau der Zunahme des spezifischen Gewichts mit dem Fortschreiten der Vegetationsperiode.

c. Rohfaser.

Der Gehalt an Rohfaser bleibt in allen 3 Proben annähernd derselbe mit geringem Abfall, entsprechend dem Fortschreiten der Reife. Das Minimum in Probe 2 erklärt sich durch das plötzliche Aufschnellen des Stärkegehaltes, mit welchem die der Hauptsache nach bereits in Probe 1 beendete Produktion von Rohfaser nicht mehr Schritt halten kann. Am 27. VII. sind die Zellwände bereits fertig gebildet und neue kommen nur wenig mehr hinzu, vielmehr beginnt die Füllung der fertigen Behälter.

Pentosane waren in den Kartoffeln nur qualitativ nachweisbar.

Zusammenfassung der Resultate von Abschnitt III.

Auf Grund der vorhergehenden Ausführungen glaube ich folgende Schlüsse aus dem Versuche ziehen zu dürfen:

1. Das spezifische Gewicht und der Gehalt an Trockensubstanz steigen mit der Wachstumsperiode.

2. Die Aufnahme der Kartoffelknolle an Mineralstoffen war Ende Juli beendigt. In den folgenden Monaten fand eine Verarbeitung der aufgenommenen Salze statt, wobei gegenüber den anderen Aschenbestandteilen Kali, Chlor und Phosphorsäure in den Vordergrund traten, indem sie im Verhältnis zur Trockensubstanz konstant blieben, trotz der prozentischen Verringerung der Gesamtasche.

3. In gleicher Weise wie die Aufnahme der Aschenbestandteile ist die N-Aufnahme der Knollen im Juli der

Hauptsache nach beendigt. Doch lässt das Ansteigen der Amide in Probe 3 den Schluss zu, dass ein völliger Abschluss der N-Aufnahme am 22. IX. jedenfalls **noch nicht** erfolgt war.

4. Mit dem Fortschreiten der Vegetationsperiode wächst die Menge der eingelagerten Stärke, am intensivsten im August, weniger stark im September. Das Anwachsen geht parallel dem Steigen des spez. Gewichtes, dem Vorherrschendwerden des Kalis und dem Zurücktreten von löslichen N-fr. E., speziell Traubenzucker, die vielleicht als eine Vorstufe der Stärke aufzufassen sind.

5. Die Bildung der Holzfaser ist im Juli der Hauptsache nach gleichfalls beendigt.

IV. Der Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffelknolle.

Tabelle 5.

1. Spezifisches Gewicht:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	25 K_2O. 100 N. 100 P_2O_5	100 K_2O 100 N. 25 P_2O_5	100 K_2O 100 N. 100 P_2O_5	—	25 K_2O. 100 N. 25 P_2O_5	25 K_2O. 25 N. 100 P_2O_5	100 K_2O. 25 N. 25 P_2O_5
Abt. a	1,083	1,086	1,082	1,094	1,095	1,096	1,088
Abt. b	1,079	1,085	1,074	1,093	1,091	1,091	1,096
Abt. c	1,086	1,083	1,090	1,100	1,083	1,086	1,084
Abt. d	1,088	1,091	1,086	1,103	1,080	1,092	1,089

(Bezüglich der Erklärung der Bezeichnungen Abt. a—d, siehe Seite 17.)

Nimmt man die Mineraldüngung als Grundlage an, so lässt sich ein direkt schädigender Einfluss von Kalk und Stallmist auf das spezifische Gewicht nicht verkennen. Das Maximum des spezifischen Gewichtes weist die ungedüngte Abteilung IVd auf; es folgen a, c und als letzte b. Zur Erläuterung des Einflusses der Mineraldüngung dienen die den Haupt-Tabellen 1—4 entsprechenden graphischen Tafeln I. Als Vergleichsparzelle dient in allen vier Abteilungen jedesmal die Parzelle IV (ungedüngt). Der Verlauf der dem spezifischen Gewichte entsprechenden Linien ist im Prinzip auf allen 4 Abteilungen derselbe, modifiziert allerdings durch die Grunddüngung. Auf sämtlichen 4 Abteilungen liegt das spezifische Gewicht auf Parzelle

I bis III erheblich unter dem Niveau der Vergleichsparzelle IV, und zwar zeigt mit Ausnahme von Abt. c, wo eine geringe Abweichung sich zeigt, die durch den Einfluss des Stalldüngers sich erklären dürfte, Parzelle II ein geringes Ansteigen gegenüber I und III. Nicht weniger genau ist die Uebereinstimmung zwischen den Parzellen V—VII. VI zeigt gegenüber V und VII das Maximum, abgesehen von Abt. b, wo auch VII noch ein geringes Ansteigen zeigt; überhaupt sind die Unterschiede sehr geringe. Dabei macht sich jedoch eine scharfe Scheidung bemerkbar in der Weise, dass auf den ungekalkten Abteilungen c und d das spezifische Gewicht der Parzellen V—VII in der Höhe der Parzellen I—III, d. h. weit unter dem Niveau der Vergleichsparzelle IV liegt, auf den gekalkten Abteilungen dagegen in resp. etwas über dem Niveau derselben.

In geringerer, aber doch immerhin noch deutlich erkennbarer Weise macht sich diese Wirkung des Kalkes auch bei Parzelle I—III bemerkbar. Das Maximum sämtlicher Parzellen liegt auf IV d, das Minimum auf III b.

Auf Grund dieser Erläuterungen glaube ich folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

1. In dem Boden des Versuchsfeldes Waldgarten hat unter den diesjährigen Witterungsverhältnissen jede Düngung deprimierend auf das spezifische Gewicht gewirkt und zwar proportional den gegebenen Mengen.

2. Einen günstigen Einfluss zeigt der Kalk, besonders bei Anwesenheit von nur einem Nährstoff in reichlicher Menge, während diese Wirkung bei Anwesenheit von 2 resp. 3 Nährstoffen im Maximum gegenüber dem durch diese veranlassten Sinken des spez. Gewichts weniger zur Geltung kommt.

3. Ein besonderer Einfluss des Stallmistes auf das spez. Gewicht ist nicht zu bemerken.



2. Wassergehalt und Gesamtasche.

Tabelle 6.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
		%	%	%	%	%	%	%
a.	Wasser	78,630	78,774	77,532	75,855	76,440	76,040	79,795
	Ges. Asche	4,499	4,805	4,553	4,044	3,977	4,063	4,761
b.	Wasser	80,216	78,098	80,425	77,870	77,916	78,700	77,801
	Ges. Asche	5,278	4,850	5,321	4,536	4,736	4,887	4,637
.c	Wasser	78,146	79,411	77,043	76,216	77,026	79,516	79,206
	Ges. Asche	4,923	5,027	4,345	4,156	4,427	5,016	5,020
d.	Wasser	76,765	78,523	77,303	74,189	75,920	76,226	77,119
	Ges. Asche	3,916	4,257	4,325	4,000	4,290	4,447	4,901

cf. Tafel I.

Der Wassergehalt der frischen Knollen und der Gesamtaschengehalt der Trockensubstanz zeigen, wie ein Blick auf die graphischen Tafeln lehrt, im Verlaufe der ihnen entsprechenden Linien in allen 4 Abteilungen eine so grosse Parallelität, dass ich, um Wiederholungen zu vermeiden, dieselben zusammen besprechen will.

Zum Voraus sei bemerkt, dass im wesentlichen zwischen Wassergehalt und Gesamtasche einerseits, sowie spez. Gewicht andererseits das Verhältnis besteht, dass ein Sinken der beiden ersteren, einem Ansteigen des letzteren entspricht und umgekehrt.

Beim Vergleich der Abteilungen a, b, c und d untereinander (s. Taf. 5) zeigt sich, dass die verschiedenen Grunddüngungen in der Reihenfolge: Kalk, Stallmist, Stallmist + Kalk sowohl auf Wassergehalt als auf Gehalt an Gesamtasche erhöhend gewirkt haben.

Ausserdem hat die Grunddüngung den Verlauf der Linien in a, b und c gegenüber dem Verlauf derselben in der Vergleichsabteilung d wesentlich modifiziert, wobei je-

doch der Parallelismus derselben in den einzelnen Abteilungen aufs strengste gewahrt ist. Während ferner auf Abt. d das Ansteigen des Wassergehaltes unter dem Einflusse der Mineraldüngung ein schrofferes ist, als das Ansteigen des Aschengehaltes und die Maxima des letzteren relativ wesentlich niedriger liegen, als die des ersteren, ist es in Abt. a, b und c gerade umgekehrt. In Abteilung d zeigt Parzelle II ein Ansteigen von Wasser und Aschengehalt gegenüber I, wobei der Wassergehalt von I hoch über dem Niveau von IV, der Aschengehalt dagegen ein wenig unter demselben liegt, welches im übrigen, von einem geringen Sinken des Aschengehaltes auf Va abgesehen, für Asche sowohl als Wasser das Minimum darstellt. In III erfolgt ein geringes Sinken des Wassergehaltes, während der Aschengehalt um eine Wenigkeit steigt, dadurch den Parallelismus etwas störend.

Von V—VII erfolgt ein gleichmässiges Steigen beider Faktoren.

In Abt. a bildet II das Maximum gegenüber I und III; die Differenzen sind jedoch nicht sonderlich gross. Die Asche erhebt sich verhältnismässig höher über IV als das Wasser. V und VI liegen in beiden Hinsichten mit minimalen Unterschieden im Niveau von IV, VII dagegen zeigt ein gleich schroffes Ansteigen beiderseits.

Abt. c zeigt auf I—III denselben Linienverlauf wie Abt. a, nur sind die Unterschiede etwas grösser. Parzelle VI zeigt gegen V ein sehr schroffes Ansteigen, dem ein minimaler Abfall — bei Ges. Asche ein Gleichbleiben — in VII folgt. Das Minimum liegt auf Parzelle IV.

Abt. b endlich zeigt unter dem Einfluss von Ka'k und Stallmist zusammen ein wesentlich anderes Verhalten sowohl des Wassers als des Aschengehaltes, wobei die Differenzen des Wassergehaltes allerdings nur geringe sind, jedoch genau den schroffen Unterschieden des Aschengehaltes entsprechend. Parzelle II zeigt gegenüber I und III

in beiden Linien relativ starken Abfall. VI zeigt gegenüber V und VII das Maximum. Die Differenzen zwischen V—VII sind geringer als zwischen I—III, auch liegen I—III höher über dem Niveau von IV, welche Parzelle wieder das Minimum zeigt.

Das absolute Minimum beider Faktoren liegt in Parzelle IV d, das absolute Maximum in III b.

Die Folgerungen, die sich aus diesem Verhalten ergeben, glaube ich dahin zusammenfassen zu müssen:

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen spez. Gewicht, Wasser- und Aschengehalt derart, dass Asche und Wasser in Maximis und Minimis übereinstimmen, ein Maximum beider jedoch einem Minimum des spez. Gewichtes entspricht und umgekehrt.
2. Mit Zunahme der Düngermenge steigen sowohl Wasser- als auch Aschengehalt der Kartoffeln.
3. Bei gleichzeitiger Anwesenheit zweier mineral. Düngemittel ohne resp. mit einfacher Grunddüngung verursacht reichliche P_2O_5 Düngung eine Depression des Wasser- und Aschengehaltes; bei voller Grunddüngung (Kalk + Stallmist) dagegen ein Ansteigen.
4. Ist nur ein Nährstoff in reichlicher Menge gegeben, so bringt N in allen Fällen die geringste Steigerung hervor. Bei Stallmist als Grunddüngung erzielt P_2O_5 das Maximum, ebenso bei Stallmist + Kalk, während bei alleiniger Kalkung weder N noch P_2O_5, sondern nur K_2O eine Erhöhung des Gehaltes an beiden Faktoren zur Folge hat; auch ohne Grunddüngung ist der Einfluss des Kalis am stärksten, während hier Phosphorsäure in der Mitte steht.

3. Lösliche Asche.

Tabelle 7.

L. Asche	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	3,641	4,546	3,421	3,515	2,812	3,082	3,886
b.	3,880	4,603	4,110	3,646	3,701	3,394	3,689
c.	4,340	4,774	3,751	3,510	3,632	3,297	4,719
d.	2,987	3,171	3,697	3,399	3,213	3,805	4,004

Im allgemeinen entspricht das Verhalten der löslichen Asche dem der Gesamtasche; im einzelnen jedoch zeigen sich unter dem Einflusse der Grunddüngung nicht unwesentliche Modifikationen.

Abt. d hat das durchschnittliche Minimum aufzuweisen; es folgen in aufsteigender Reihe geordnet: a, b und c, wobei sich gleichzeitig der Reihenfolge entsprechend die Differenzen verschärfen.

Abt. d zeigt von I—III und andererseits von V—VII gleichmässiges Ansteigen. I, II und V liegen dabei unter dem Niveau der Vergleichsparzelle.

In Abt. a, b und c zeigt Parzelle II entsprechend der Gesamtasche ein Maximum gegenüber I und III, über dem Gehalt von IV (nur IIIa sinkt ein wenig darunter). In Abt. a zeigen V—VII ein Abt. d entsprechendes Verhalten, welches nur insofern eine Aenderung erfährt, als V und VI unter IV liegen, VII sich nur wenig darüber erhebt. In Abt. b und c liegt V etwas über IV, VI darunter im Minimum; es folgt ein in b. schwaches, in c sehr schroffes Ansteigen zu VII.

Es hat also:

1. Die Stallmistdüngung den höchsten prozentischen Gehalt an löslicher Asche hervorgebracht, in etwas geringerem Grade Stallmist + Kalk und Kalk.

2. P_2O_5 erzeugt in allen Fällen eine Depression des löslichen Aschengehaltes, die bei ausschliesslich starker P_2O_5 Düngung sogar imstande ist, den Gehalt unter den der ungedüngt gebliebenen Vergleichsparzelle herabzudrücken, während gleichzeitige reichliche Anwesenheit von K_2O die Wirkung verringert.

3. K_2O Düngung hebt die Menge der löslichen Asche bedeutend, namentlich bei gleichzeitiger Anwesenheit von N.

4. Einseitige N-Düngung wirkt ebenso stark deprimierend als P_2O_5, doch hebt K_2O diese Depression nicht nur auf, sondern vermag sogar ein Maximum hervorzurufen. Auf den mit Stallmist gedüngten Abteilungen b und c ist infolge des Kaligehaltes des Stalldüngers die Depression entsprechend gering.

4. Der Gehalt an Cl.

Tabelle 8.

Cl.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	0,175	0,358	0,325	0,178	0,146	0,202	0,430
b.	0,193	0,341	0,308	0,101	0,184	0,209	0,330
c.	0,233	0,363	0,448	0,115	0,197	0,227	0,465
d.	0,221	0,387	0,383	0,097	0,184	0,230	0,547

cf. Tafel 1.

Für sich betrachtet hat die Düngung mit Kalk, Stallmist und Stallmist + Kalk in absteigender Reihe geordnet eine geringe Erhöhung des Cl-Gehaltes der Knollen hervorgerufen. Kalk hat ferner nivellierend auf die durch die Mineraldüngung verursachten Unterschiede des Cl-Gehaltes gewirkt, was von dem Stallmist in weit geringerem Masse, wenn überhaupt, gilt.

Dagegen tritt sehr klar und zwar in allen 4 Abteilungen gleichmässig die Wirkung des Kunstdüngers hervor.

In allen 4 Abteilungen liegt das Minimum des Cl-Gehaltes auf der Vergleichsparzelle IV. II zeigt, von einer kleinen Unregelmässigkeit in c (Stallmist) abgesehen, das Maximum gegenüber I und III, und zwar ist der Unterschied gegenüber I überall ziemlich gleich schroff, gegenüber III gleich gering.

Von V zu VI zeigen sämtliche Linien ein leichtes Ansteigen, dem ein sehr schroffes von VI zu VII folgt.

Va ist insofern etwas unregelmässig, als es noch ein weniges unter dem Niveau von IV liegt.

Es bewirkt also:

1. Die Grunddüngung mit CaO und Stallmist eine geringe Erhöhung des Cl-Gehaltes.

2. Ist nur ein Nährstoff in reichlicher Menge gegeben, so hat K_2O die grösste, N die geringste Zunahme des Cl. zur Folge. Die Wirkung von P_2O_5 steht dem N nahe.

3. Sind zwei Nährstoffe im Maximum gegeben, so entspricht dem Minimum der Phosphorsäuregabe das Maximum des Cl-Gehaltes. Doch vermag starke P_2O_5 Düngung die steigernde Wirkung der K_2O Düngung nicht wesentlich zu hindern.

5. Der K_2O-Gehalt.

Tabelle 9.

K_2O	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	2,018	2,797	2,114	1,848	1,782	1,872	2,274
b.	2,415	1,904	2,313	2,033	2,245	2,114	2,198
c.	2,251	2,442	2,086	2,209	1,931	2,283	2,352
d.	2,030	2,099	1,985	1,199	1,963	2,091	2,246

Wie von vorneherein zu erwarten war, zeigt sich ein weitgehender Parallelismus zwischen Gesamtasche und K_2O insofern, als K_2O entsprechend den älteren Untersuchungen



(cf. Einleitung) durchschnittlich die Hälfte der Gesamtasche ist. Vom Verhalten der Parzellen I—III und V—VII zu einander gilt daher das dort Gesagte. Was dagegen das Verhältnis derselben zur Vergleichsparzelle IV betrifft, so zeigt sich hier eine Verschiebung der Art, dass der Stallmist auf b und c nicht nur nivellierend auf die durch die Mineraldüngung erzeugten Unterschiede, sondern auch erhöhend auf den K_2O-Gehalt der ungedüngten Parzellen gewirkt hat, wodurch die Minima verschoben erscheinen. Im Prinzip jedoch ist der Linienverlauf derselbe wie bei Gesamtasche. Es sind also hier dieselben Schlüsse möglich wie dort, und will ich, um Wiederholungen zu vermeiden, dorthin verweisen.

6. Der P_2O_5 Gehalt.

Tabelle 10.

P_2O_5	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	0,394	0,372	0,420	0,384	0,403	0,437	0,445
b.	0,505	0,402	0,493	0,452	0,454	0,552	0,529
c.	0,353	0,341	0,338	0,458	0,403	0,503	0,431
d.	0,399	0,444	0,389	0,578	0,445	0,416	0,381

Die absteigende Reihe IV d, c, b, a zeigt deutlich die schädigende Wirkung der verschiedenen Grunddüngung auf die P_2O_5 Aufnahme. Im übrigen hat die Grunddüngung namentlich mit CaO stark nivellierend auf den Verlauf der P_2O_5-Linien gewirkt.

In Abteilung d liegen sowohl I—III als V—VII tief unter IV. II ist das Maximum zwischen I und III; von V nach VII erfolgt gleichmässiges Sinken. c I—III liegen in gleicher Linie und zwar relativ ebenso weit wie d I—III unter IV. VI c liegt etwas über IV c und bildet das Maximum gegen V und VII.

Der Verlauf der Linien in a und b ist von den geringeren Differenzen in a abgesehen derselbe. Gleichmässiges Ansteigen von II zu I sowohl wie III; von V zu VI Ansteigen, zu VII leichter Abfall resp. Gleichbleiben. I—III a und b liegen im Niveau von IV; V—VII a und b über dem Niveau, doch sind die Differenzen nur gering.

Mit anderen Worten:

1. Die P_2O_5 Aufnahme der Kartoffel wird durch Kalkung stark, durch Stallmist nur wenig beeinträchtigt, wenn Mineraldüngung nicht gegeben ist.

2. Mineraldüngung übt denselben Einfluss aus, doch nur bei Fehlen einer Grunddüngung oder alleiniger Anwesenheit von Stallmist. Ist Kalk vorhanden, so tritt durch starke P_2O_5-Düngung, namentlich, wenn P_2O_5 allein im Maximum gegeben ist, auch Erhöhung der Phosphorsäure-Aufnahme ein, letzterer Fall auch bei alleiniger Stallmistgrunddüngung.

3. Die P_2O_5-Aufnahme wird bei Anwesenheit von Kalk auch durch K_2O gesteigert.

Die Nh-Bestandteile.

Tabelle 11.

a. Analytische Resultate des Stickstoffs: (der gesamten Menge und der in unlöslichen Verbindungen enthaltenen N.)

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
		%	%	%	%	%	%	%
a.	Ges. N.	1,347	1,393	1,326	1,295	1,346	1,486	1,308
	Unl. N.	0,610	0,622	0,580	0,637	0,672	0,964	0,678
b.	Ges. N	1,454	1,324	1,435	1,402	1,549	1,393	1,214
	Unl. N.	0,941	0,588	0,625	0,680	0,947	0,814	0,607
c.	Ges. N.	1,174	1,366	1,210	1,274	1,779	1,462	1,176
	Unl. N.	0,494	0,608	0,695	0,730	0,947	0,856	0,769
d.	Ges. N.	1,282	1,382	1,389	1,253	1,531	1,276	1,171
	Unl. N.	0,683	0,732	0,638	0,584	0,829	0,692	0,636

cf. Tafel II.

Die Menge des Gesamtstickstoffs und des in unlöslichen Verbindungen enthaltenen Stickstoffs zeigen unter einander im Verlauf ihrer Linien sehr grosse Uebereinstimmung namentlich auf Parzelle IV—VII. Es besteht dabei das Verhältnis, dass ungefähr die Hälfte des Gesamtstickstoffs in unlöslicher Form in den Knollen vorhanden ist.

Ein Einfluss der Grunddüngung zeigt sich einerseits darin, dass a, b und c etwas höhere Zahlen in beiden Faktoren aufweisen als d; doch sind die Unterschiede verschwindend. Andererseits ist ein nivellierender Einfluss der Kalkung in a und b nicht zu verkennen.

In Parzelle I—III d zeigt II das Maximum gegenüber I und III, und zwar liegen alle 3 Parzellen über IV sowohl hinsichtlich des Ges. N als des unlösl. N. Dies Verhalten wird in den Abteilungen a—c wesentlich modifiziert. In a ist der höchste Gehalt an beiden Faktoren ebenfalls zwar in II, doch während I—III für Ges. N noch etwas über IV liegen, ist der unlösl. N bereits unter das Niveau gesunken.

In b liegen I und III über, II als Minimum unter IV. In Abteilung c zeigt der Ges. N in II etwas über IV ein Maximum, während I und III ziemlich gleich weit unter der Vergleichsparzelle liegen.

Der unlösl. N zeigt in dieser Abteilung insofern eine Abweichung, als I—III niedriger als IV liegen in aufsteigender Linie.

Eine Gleichmässigkeit lässt sich aus diesem Verhalten für die starkgedüngten Parzellen I—III nicht erkennen.

Wesentlich günstiger gestaltet sich das Verhalten für Parzelle IV—VII.

In Abt. b, c und d liegt für Ges. N V im Maximum hoch über IV, VII im Minimum darunter. Genau ebenso verhält sich der unl. N, nur liegt das Minimum hier nur in VII b unter, in den anderen Parzellen noch etwas über dem Niveau der Vergleichsparzelle.

Etwas anders verhält sich a, wo VI in beiden Hinsichten den Maximalgehalt aufzuweisen hat.

Die aus diesem Verhalten sich ergebenden Schlüsse sind folgende:

1. Der Gehalt an Gesamt N und an N in Form unlösl. Verbindungen steigt bei einseitiger N-Düngung sowohl bei Stallmist als Stallmist + Kalk, sowie ohne Grunddüngung.

2. Einseitiger P_2O_5-Düngung kommt unter obigen Umständen ein geringer erhöhender Einfluss, bei alleiniger Kalkdüngung dagegen das Optimum der Einwirkung zu.

3. Einseitige Kalidüngung hat auf Ges. N einen direkt deprimierenden, auf Unlösl.-N-Verbindungen einen nur wenig erhöhenden Einfluss.

b. **Gesamte Menge des N in Form von löslichen Verbindungen und desjenigen Anteils daran, welcher als Amid vorhanden ist.**

Tabelle 12.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
		%	%	%	%	%	%	%
a.	Lösl. N.	0,737	0,771	0,746	0,658	0,674	0,522	0,630
	Amid-N.	0,514	0,617	0,617	0,519	0,526	0,426	0,519
b.	Lösl. N.	0,513	0,736	0,810	0,722	0,602	0,579	0,607
	Amid-N.	0,422	0,631	0,640	0,598	0,454	0,481	0,485
c.	Lösl. N.	0,680	0,758	0,515	0,544	0,832	0,606	0,407
	Amid-N.	0,542	0,571	0,433	0,462	0,678	0,429	0,301
d.	Lösl. N.	0,599	0,650	0,751	0,669	0,702	0,584	0,535
	Amid-N.	0,490	0,532	0,581	0,547	0,512	0,409	0,381

cf. Tafel II.

Die graphische Darstellung zeigt bezüglich beider Stickstoffzahlen eine vollständige Uebereinstimmung ihrer Linien. Der Amidstickstoff macht dabei durchschnittlich

$^4/_5$ von der Gesamtmenge des löslichen Stickstoffs aus. Ein besonderer Einfluss der Grunddüngung an sich auf den Amid- und lösl. N-Gehalt ist nicht zu erkennen.

In Abteilung d zeigen die Linien von I, welches unter IV liegt, bis III, welches etwas über IV liegt, gleichmässiges Ansteigen, von V, im Niveau von IV, bis VII gleichmässiges Fallen.

In a bildet II das Maximum gegen I und III, über dem Gehalt der Vergleichsparzelle liegend. Die Differenzen sind beim Amidstickstoff etwas schärfer. VI, tief unter IV, bildet das Minimum gegenüber V und VII, deren Gehalt dem der Vergleichsparzelle nahe kommt. In Abteilung b folgt auf ein schroffes Ansteigen von I zu II, welches in der Höhe von IV liegt, ein flaches nach III. V--VII liegen mit minimalen Differenzen ziemlich gleich weit unter dem Niveau von IV.

II c zeigt gegen I und III c das Maximum bei beträchtlicher Steigerung gegenüber IV, während I nur wenig darüber, III sogar etwas darunter liegt.

V—VII c zeigen mit schrofferen Gegensätzen das Verhalten von V—VII d.

1. Ist also keine Grunddüngung gegeben, so drücken einseitige Kali- sowohl wie Phosphorsäuredüngung den Gehalt der Kartoffeln an löslichen N-Verbindungen und damit auch an Amidverbindungen herab und zwar erstere in stärkerem Grade, während einseitige N-Düngung die Aufnahme etwas zu fördern, jedenfalls nicht direkt zu schädigen vermag.

Volldüngung mit P_2O_5, K_2O und N kommt eine geringe erhöhende Wirkung zu; bei einseitigem K_2O oder P_2O_5-Mangel ist dagegen das N nicht imstande, die dadurch entstandene Depression zu beseitigen.

2. Ist als Grunddüngung nur Kalk gegeben, so bleiben einseitige N und K_2O - Düngung ohne Einfluss, einseitige

P_2O_5-Düngung wirkt deprimierend auf die Menge der lösl. N.h.-Stoffe. Entsprechend zeigt einseitiger Phosphorsäuremangel neben Volldüngung das Optimum des N-Gehaltes.

3. Das letztere gilt auch bei Stallmistgrunddüngung. Einseitig starke N-Düngung ruft unter diesen Umständen starke Erhöhung der Menge der lösl. N. h.-Substanzen hervor.

P_2O_5-Düngung bleibt ohne Einfluss, und Kali veranlasst eine starke Depression.

4. Ist in der Grunddüngung sowohl Kalk als Stallmist gegeben, so verursacht einseitige Mineraldüngung in allen 3 Fällen annähernd gleich starke Depression, ebenso einseitiger Kalimangel, während einseitiger P_2O_5-Mangel sowie Volldüngung eine geringe Mehraufnahme bewirken.

c. N. in Form von Albumin und Albumose.

Tabelle 13.

N in Form von	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a. Albumin	0,112	0,114	0,082	0,104	0,091	0,062	0,070
a. Albumose	0,111	0,040	0,047	0,035	0,057	0,034	0,041
b. Albumin	0,051	0,057	0,119	0,065	0,091	0,069	0,079
b. Albumose	0,040	0,048	0,051	0,059	0,057	0,029	0,043
c. Albumin	0,104	0,147	0,047	0,041	0,091	0,120	0,053
c. Albumose	0,035	0,040	0 035	0,041	0,063	0,057	0,053
d. Albumin	0,063	0,073	0,123	0,070	0,127	0,117	0,101
d. Albumose	0,046	0,045	0,047	0,052	0,063	0,058	0,053

Die gefundenen Mengen des N in Form von Albumin und Albumose zeigen zwar weder im Verlaufe ihrer Linien (Tafel II) noch in ihrem sonstigen Verhalten irgend eine Uebereinstimmung, doch sind die Mengen sowie die durch die Düngung hervorgebrachten Differenzen so geringe, namentlich bei Albumosestickstoff, dass mir eine gesonderte

eingehende Besprechung als überflüssig erscheint. Der schroffe Linienverlauf auf Tafel II erklärt sich dadurch, dass ich, um die Differenzen überhaupt sichtbar zu machen, den 10fachen Massstab zu grunde gelegt habe. Im anderen Falle würde der Albumosestickstoff annähernd auf sämtlichen Abteilungen eine gerade Linie repräsentieren. Etwas grösser und auch konstanter sind die Unterschiede beim Albuminstickstoff.

Gegenüber der Vergleichsparzelle IV zeigen in b, c und d V, VI, VII eine relativ starke Zunahme des Albumin-N's und zwar b und d das Maximum in V, c in VI. Abteilung c und d zeigen in VII, b in VI das Minimum. In I—III—IV zeigen gleichen Linienverlauf b und d, indem I—II im Niveau, III hoch über dem Niveau der Vergleichsparzelle liegt. c zeigt in V das Maximum. Ganz anders ist das Verhalten von Parzelle a I—VII.

Hier bilden I, II und IV in annähernd gleicher Höhe das Maximum des N-Gehaltes, während die Minima einerseits auf III, andererseits auf VI liegen.

Das Verhalten des Albumosestickstoffes ist in groben Zügen dasselbe.

Abgesehen von einigen Abweichungen entspricht der Linienverlauf im ganzen dem Verlaufe der Linien für N in löslichen Verbindungen und Amidstickstoff, und können die daraus gezogenen Schlüsse mit der durch die Geringfügigkeit der Mengen und des dadurch gesteigerten Einflusses der unvermeidlichen Analysenfehler gebotenen Einschränkung auch hier Anwendung finden.

Ein Unterschied ist nur insofern zu machen, als Düngung mit Stallmist ohne mineralische Beidüngung ein Sinken beider Faktoren hervorruft, während Kalk wenigstens für Albuminbildung günstig zu wirken scheint.

Die Gesamtmenge der löslichen Stoffe.

Tabelle 14.

Ges. d. l. St.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	17,40	18,61	17,44	16,98	16,88	16,61	17,74
b.	20,47	15,90	18,50	17,33	18,76	18,23	16,55
c.	16,55	17,72	15,94	16,94	17,78	17,40	18,27
d.	15,69	16,17	15,30	16,28	17,44	16,70	16,35

Die Gesamtmenge der löslichen Stoffe repräsentiert keine Einheit, setzt sich vielmehr aus so vielfachen Komponenten zusammen, dass eine Besprechung sich umsomehr erübrigt, als die einzelnen Komponenten für sich eingehend behandelt werden. Jedoch habe ich der Vollständigkeit halber Tabelle und graphische Tafel gegeben.

Die in Wasser löslichen N-fr. Extraktstoffe.

a. Gesamtmenge.

Tabelle 15.

N-fr.E.	I	II	III	IV	V	VI	VII
	%	%	%	%	%	%	%
a.	9,15	9,24	9,36	9,35	9,85	10,26	9,92
b.	13,35	6,7	9,33	9,17	11,30	11,22	9,07
c.	7,96	8,21	8,97	10,01	8,95	10,32	11,01
d.	8,96	8,94	7,21	8,70	9,84	9,24	9,00

Die Gesamtmenge der in Wasser löslichen stickstofffreien Extraktstoffe, deren Hauptmenge gebildet wird von Zucker und freier Säure, welche Bestandteile weiter unten noch einzeln besprochen werden, zeigt hinsichtlich des Einflusses der Grunddüngung das Durchschnittsmaximum auf Abteilung b, welche Abteilung auch die schroffsten Differenzen aufweist, das Minimum auf d.

Abteilung a zeichnet sich durch grosse Ausgeglichenheit der einzelnen Parzellen aus.

Eine Vergleichbarkeit der einzelnen Abteilungen untereinander existiert nicht, da die Grunddüngung den Einfluss der Mineraldüngung sehr stark modifiziert hat.

Konstant ist nur, dass die Parzellen I—III durchschnittlich stets unter, V—VII über dem Niveau der Vergleichsparzelle IV liegen.

1. Grunddüngung mit Kalk sowohl als mit Stallmist, noch mehr beide vereinigt, wirken erhöhend auf den Gehalt der Kartoffeln an N-fr. E. ein, wobei namentlich der Kalk etwaige durch Mineraldüngung hervorgerufene Differenzen fast völlig zu verwischen imstande ist.

2. Mineraldüngung mit einseitiger Bevorzugung eines Pflanzennährstoffes wirkt günstiger auf den Gehalt an N-fr. E. ein als Mineraldüngung mit 2 resp. allen 3 Nährstoffen im Maximalgabe.

b. **Der Zuckergehalt.**

Tabelle 16.

Zucker	I	II	III	IV	V	VI	VII
	%	%	%	%	%	%	%
a.	2,64	2,23	2,84	1,79	1,15	1,72	1,51
b.	1,60	1,82	2,90	2,13	0,79	0,93	1,44
c.	2,35	1,38	2,98	1,94	0,98	1,61	1,29
d.	3,03	1,68	2,66	1,22	1,17	0,96	1,45

Parzelle IV, welche die Wirkung der Grunddüngung allein, ohne Beeinflussung durch die Mineraldüngung zeigt, hat ihr Minimum in Abt. d; es folgen in aufsteigender Reihe a, c und b.

Zieht man jedoch die Durchschnittszahlen in Betracht, so ist die Reihenfolge: b, d, c, a.

Die die Wirkung der Mineraldüngung ausdrückenden graphischen Linien auf Tafel III zeigen namentlich von Parzelle I—III—IV sowie IV zu V eine vollständige Konstanz des Verlaufes, von einer kleinen Unregelmässigkeit auf Abteilung b abgesehen, welche Abteilung ja in sämtlichen Faktoren einige Abweichungen zeigt.

Parzelle II liegt im Minimum gegenüber I und III, und zwar liegen I und III stets über, II dagegen in b und c unter dem Niveau von IV.

V—VII liegen auf d in der Höhe der Vergleichsparzelle auf a—c darunter. Dabei ist V stets das Minimum, VI zeigt auf a—c ein leichtes Ansteigen des Zuckergehaltes, VII ein weiteres Ansteigen in b und d, leichten Abfall dagegen in a und c. Dieses Verhalten gestattet folgende Schlüsse:

1. Grunddüngung an sich begünstigt die Zuckerbildung in der Kartoffelknolle und zwar am stärksten bei Vereinigung von Kalk und Stallmist. In Kombination mit Mineraldüngung ruft jedoch nur Kalk eine geringe Erhöhung des Zuckergehaltes hervor, während in diesem Falle Kalk und Stallmist sogar direkt deprimierend wirken.

2. Bei Mineraldüngung unter Vernachlässigung eines Nährstoffes verursacht Geringfügigkeit der Phosphorsäuregabe geringsten Mehrgehalt an Zucker, der bei Anwesenheit von Stallmist sogar in direkte Depression übergeht.

3. Einseitig starke Mineraldüngung ist an sich fast ohne Einfluss, in Kombination mit Grunddüngung, namentlich Stallmist, wirkt sie in allen Fällen deprimierend, und zwar ist die Depression am stärksten bei einseitiger Bevorzugung des Stickstoffdüngers.

c. **Der Dextringehalt.**

Wie schon oben erläutert lieferte die Untersuchung der Knollen auf Dextrin bei mehreren Versuchen kein

Ergebnis und wurden daher nur die beiden extrem gedüngten Parzellen untersucht.

Parzelle IV d = Spur!

Parzelle III b = 1,528 % Dextrin

Es scheint also die Bildung von Dextrin durch starke Düngung begünstigt zu werden. (cf. Einleitung.)

d. **Der Säuregehalt**

Tabelle 17.

Säure	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	%	%	%	%	%	%	%
a.	21,04	18,11	16,90	20,08	19,02	21,37	18,59
b.	20,64	15,81	22,30	23,16	19,74	19,28	21,96
c.	18,38	18,05	16,08	20,54	20,64	19,23	20,78
d.	16,69	14,63	17,00	18,69	20,86	18,61	21,53

cf. Tafel III.

Die prozentischen Angaben dieser Tabelle drücken aus, wieviel ccm Normal - Schwefelsäure die in 100 gr Kartoffeltrockensubstanz enthaltene freie Säuremenge gegenüber Natronlauge mit Phenolphtalein als Indikator entspricht.

Was die Art der Säure anbelangt, so erwies sich die Hauptmenge als Citronensäure (bestimmt nach Fresenius: Qualitative Analyse.) Eine Reindarstellung des nach dem dort angegebenen Verfahren erhaltenen citronensauren Kalkes zum Zwecke einer Elementaranalyse zeigte sich infolge der Beimengung von Pflanzenschleim, Farbstoffen etc. mit soviel Schwierigkeiten verknüpft, dass ich um so eher davon abstehen zu dürfen glaubte, als Märcker beregten Nachweis bereits geführt hat. Die Fällung war ziemlich beträchtlich. Ausser Citronensäure ist von Maercker das Vorhandensein geringer Mengen von Weinsäure, Apfelsäure und Oxalsäure erwiesen. (cf. Einleitung)

Was das Verhalten des Säuregehaltes gegen die Düngung anbetrifft, so zeigt weder Tabelle noch graphische

Tafel hinsichtlich der einzelnen Bestandteile der Düngung eine konstante Gesetzmässigkeit, wohl aber ist dies hinsichtlich der allgemeinen Wirkung der Düngung der Fall.

Abt. a, b und c weisen erheblich höheren Gehalt an Säure auf als d. Ferner liegen Parzelle I—III in sämtlichen Abteilungen unter dem Niveau der Vergleichsparzelle, V—VII dagegen liegt in a—c unter, allerdings viel weniger tief als I—III, in d über IV.

Daraus ergeben sich für den Einfluss der Düngung folgende Schlüsse:

1. Die Grunddüngung mit Stallmist oder Kalk vergrössert den Säuregehalt der Kartoffelknollen.

2. Mineraldüngung mit 2 resp. 3 Pflanzennährstoffen in Maximalgabe wirkt sowohl mit als ohne gleichzeitige Grunddüngung stark deprimierend auf den Säuregehalt.

3. Mineraldüngung mit einseitiger Bevorzugung eines Nährstoffes wirkt bei Grunddüngung und zwar am stärksten bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kalk und Stallmist deprimierend, bei Fehlen einer Grunddüngung dagegen vermehrend auf die Menge der freien Säure.

Der Stärkegehalt.

Tabelle 18.

Stärke.	I	II	III	IV	V	VI	VII
	%	%	%	%	%	%	%
a.	66,61	64,54	74,37	80,08	76,50	77,61	80,59
b.	59,78	66,76	65,48	74,66	72,78	77,59	81,47
c.	66,97	65,79	72,52	74,92	76,43	80,28	79,31
d.	66,16	75,26	78,29	80,79	66,49	77,45	68,26

Die Stärke, der Hauptbestandteil der Kartoffelknollen, unterliegt naturgemäss den grössten Schwankungen unter

dem Einfluss der Düngung, und zwar, wie ein Blick auf Tabelle 18 lehrt, bis zu 21 % (I b und IV d). Ein Vergleich der Abteilungen a—d zeigt, in absteigender Reihe geordnet, die Folge d, a, c, b.

Wie beim Säuregehalt liegen auch hier Parzelle I—III in allen 4 Abteilungen gehaltlich tiefer als IV. III zeigt in a, c und d die geringste Depression. In ihrem gegenseitigen Verhalten zeigt sich eine weitere Gesetzmässigkeit nicht.

Wohl aber ist dies bei Parzelle V—VII der Fall, die in a und d unter, in b und c durchschnittlich über dem Niveau von IV liegen.

Parzelle V zeigt in sämtlichen Fällen das Minimum. In a—c folgt dann gleichmässiges Ansteigen zu VI und von da zu VII.

Eine Ausnahme macht Abteilung d, wo VI ein Ansteigen, allerdings nicht bis zur Höhe von IV, VII dagegen ein fast ebenso starkes Fallen zeigt.

1. Es hat also Grunddüngung in allen Fällen eine Depression des Stärkegehaltes zur Folge. Dabei zeigt Kalk die geringste, Kalk + Stallmist die stärkste schädigende Wirkung.

2. Auch Mineraldüngung hat, im allgemeinen betrachtet, einen nachteiligen Einfluss auf den Stärkegehalt der Knollen ausgeübt, insofern als die ganz ungedüngte Parzelle IV d das absolute Stärke-Maximum aufzuweisen hat.

3. Im speziellen wirkt Mineraldüngung mit 2 resp. allen 3 Pflanzennährstoffen im Maximum mit oder ohne Grunddüngung entschieden deprimierend, am wenigsten im letzteren Falle.

4. Bei einseitig starker Mineraldüngung kommt dem Stickstoff in allen Fällen die ungünstigste Wirkung zu, namentlich ohne Grunddüngung.

Phosphorsäure wirkt bei alleiniger Kalkung und ohne

Grunddüngung schwach deprimierend, bei Stallmistdüngung erhöhend.

Kalidüngung hat bei gleichzeitiger Grunddüngung das Maximum des Stärkegehaltes hervorgebracht, ohne Grunddüngung dagegen entschieden schädlich gewirkt. Im letzteren Falle kommt der Phosphorsäure die wenn auch nicht nützliche, so doch am wenigsten schädigende Einwirkung zu.

Der Gehalt an Rohfaser.

Tabelle 19.

Rohfaser.	I	II	III	IV	V	VI	VII
	%	%	%	%	%	%	%
a.	2,138	2,348	2,658	1,217	1,240	1,738	1,312
b.	2,681	4,374	2,542	1,686	2,211	1,962	1,372
c.	3,368	2,004	2,118	1,832	1,142	1,990	1,275
d.	2,381	3,275	1,965	1,617	1,276	1,501	1,343

cf. Tafel III.

Unter den Parzellen IV a—d hat Parzelle IVa den niedrigsten Gehalt an Rohfaser aufzuweisen; es folgen nach zunehmender Menge geordnet d, b und c.

Des weiteren zeigt sich in allen 4 Abteilungen eine starke Differenz zwischen Parzelle I—III einerseits und IV—VII andererseits, indem I—III durchweg einen erheblich höheren Gehalt an Rohfaser aufweisen als IV—VII. Am grössten ist die Differenz auf Abteilung b.

Das Maximum gegenüber den entsprechenden Vergleichsparzellen liegt in Abt. b und d auf II, in Abt. a auf III, in c auf I.

V—VII liegen auf a und b etwas über, auf c und d etwas unter dem Niveau von IV.

Dabei liegen mit Ausnahme von Abt. b, die auch das Maximum auf V verschoben zeigt, V und VII in gleicher Höhe, VI im Maximum.

1. Alleinige Kalkung als Grunddüngung sowohl mit als ohne mineralische Beidüngung wirkt deprimierend auf den Gehalt der Kartoffel an Rohfaser, während Stallmist in jedem Falle erhöhend wirkt, auch die durch Kalk erfolgte Depression vollständig aufzuheben imstande ist.

2. Mineraldüngung mit einseitiger Vernachlässigung von K_2O oder P_2O_5 sowohl als bei reichlichem Vorhandensein aller 3 Nährstoffe wirkt bei jeder Grunddüngung und auch ohne dieselbe erhöhend auf die Menge der Rohfaser ein. Einen sicheren Schluss auf eine besondere Wirkung eines Nährstoffs lassen die Untersuchungen jedoch nicht zu.

3. Ist nur ein Nährstoff im Maximum gegeben, so kommt der Phosphorsäure eine geringe erhöhende Wirkung zu und zwar sowohl mit als ohne Grunddüngung.

4. Stickstoff in Maximalgabe ist wirkungslos bei alleiniger Anwesenheit von Kalk. Bei voller Grunddüngung wirkt N etwas erhöhend, bei Fehlen von Kalk direkt deprimierend.

5. Kali hat bei einseitiger Anwendung auf den Rohfasergehalt der Knollen einen deprimierenden Einfluss, der durch Kalkung vermindert, durch Stallmist dagegen verstärkt wird.

Zusammenfassung der Resultate.

Wenn ich zum Schlusse die Resultate meiner Untersuchungen kurz in bestimmter Form zusammenfasse, so bemerke ich dazu nochmals, dass die daraus gezogenen Folgerungen nur für Waldgarter Boden und die klimatischen Verhältnisse des Jahres 1903 Gültigkeit haben und jedenfalls auf anderem Boden und unter anderen sonstigen Umständen mancherlei Modifikationen erfahren würden. Ob und wieviel davon verallgemeinert werden kann und ob vielleicht zwischen den einzelnen Aschen- und sonstigen Bestandteilen der Knollen irgend welche genetischen Be-

ziehungen bestehen, müssen weitere vergleichende Versuche lehren.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält nur die zweifellos sich ergebenden Schlüsse, und sind dabei vornehmlich Parzelle IV—VII jeder Abteilung berücksichtigt. Hinsichtlich der Parzellen I—III—IV verweise ich auf die oben gegebenen Ausführungen, da deren Besprechung an dieser Stelle sich erübrigt, da sie im grossen nur die aus IV—VII sich ergebenden Resultate bestätigt.

A. Einfluss der Grunddüngung.

Ohne Beidüngung.

1. Grunddüngung mit Kalk, Stallmist oder Stallmist + Kalk wirkt erhöhend ein auf den Gehalt der Kartoffelknollen an: Wasser, Gesamtasche, lösliche Asche, Chlor, Kali, Gesamt- und unlösl. Stickstoff, N-fr. E., Säure, Zucker und Dextrin, deprimierend dagegen auf den Gehalt an: Phosphorsäure, sowie auf das spez. Gewicht und den Stärkegehalt.

2. Stallmistdüngung vermehrt die Menge der Rohfaser, vermindert dagegen die Menge des Albumin und Albumosestickstoffs.

3. Kalkung drückt den Gehalt an Rohfaser herab.

B. Einfluss der Mineraldüngung.

I. Ohne Grunddüngung.

1. Kalidüngung befördert in der Katoffelknolle die Aufnahme von: Wasser, Gesamt- und löslicher Asche, Chlor, Kali und Albuminstickstoff, sowie Säure, in geringerem Grade von N-fr. E. und Zucker, und wirkt deprimierend auf die Menge der übrigen Bestandteile, sowie auf das spez. Gewicht.

2. Phosphorsäuredüngung vermehrt in etwas geringerem Grade als das Kali den Gehalt an Wasser und

Aschenbestandteilen, gleichfalls mit Ausnahme der Phosphorsäure, ferner die Menge der N. h. Bestandteile mit Ausnahme von Amid- und Gesamtmenge des löslichen Stickstoffs, sowie N-fr. E. und Säure.

3. Stickstoffdüngung deprimiert stark das spez. Gewicht sowie lösliche Asche, P_2O_5, Stärke und Rohfaser, während die Menge der sämtlichen übrigen Bestandteile steigt.

II. **Bei Kalkung.**

1. Der Einfluss der Kalidüngung zeigt sich in Erhöhung des Gehaltes an Wasser, sämtlichen Aschenbestandteilen, Gesamtmenge der N-fr. E., unlöslichem, Albumosestickstoff und der Stärke. Es sinkt dagegen in geringem Grade die Menge des Zuckers und der Rohfaser, sowie des löslichen Stickstoffs, stark die Menge des Albumin N, der Säure und das spez. Gewicht. Gesamt- und Amidstickstoff bleiben unbeeinflusst.

2. Phosphorsäuredüngung ist nahezu wirkungslos auf Wasser, Gesamtasche, Cl, K_2O, Albumose N und Zucker. Erhöht wird durch sie spez. Gewicht, P_2O_5, Gesamt- und unlöslicher Stickstoff, Säure und Rohfaser, entschieden deprimiert dagegen lösliche Asche, lösl; Amid und Albuminstickstoff und Stärke.

3. Der Stickstoff erweist sich als günstig für: spez. Gewicht, Wasser, Phosphorsäure, sämtliche N. h. Substanzen mit Ausnahme des Albuminstickstoffs, der eine allerdings nur geringe Depression erfährt, und N-fr. E. Die Menge der Gesamtasche, löslichen Asche, Chlor, Kali, Säure, Stärke und in ganz geringem Grade Rohfaser dagegen sinkt.

III. **Bei Stallmistgrunddüngung.**

1. Kalidüngung vermehrt in den Knollen den Gehalt an: Wasser, sämtlichen Aschenbestandteilen mit Ausnahme

der Phosphorsäure, unlösl. N, Albumin und Albumosestickstoff, N-fr. E., Säure und Stärke, vermindert dagegen die Menge der übrigen untersuchten Bestandteile sowie das spez. Gwicht.

2. Phosphorsäuredüngung erhöht die Menge des Wassers, aller Aschenbestandteile — nur lösliche Asche wird stark deprimiert — N. h. Bestandteile, N-fr. E., Stärke und Rohfaser.

3. Stickstoffdüngung steigert den Gehalt an Wasser, Gesamt- und lösl. Asche, Chlor, besonders stark an N. h. Bestandteilen, ist einflusslos auf Säure und Stärkegehalt, während sie im übrigen deprimierend wirkt, namentlich auf das spez. Gewicht.

IV. Bei gleichzeitiger Anwendung von Kalk und Stallmist.

1. Kalidüngung wirkt fördernd auf spez. Gewicht, Gesamtasche, lösliche Asche, Chlor, Kali, Phosphorsäure, Albuminstickstoff und Stärke, lässt den Gehalt an Wasser und N-fr. E. unverändert und deprimiert die Menge der übrigen Bestandteile.

2. Phosphorsäuredüngung hat günstigen Einfluss auf Wasser, Gesamtasche, Chlor, Kali, Phosphorsäure, Gesamt- und Albuminstickstoff, N-fr. E., Stärke und Rohfaser, entspricht also fast genau dem Verhalten der P_2O_5 Düngung in III.

3. Die Stickstoffdüngung vermehrt Wasser, Aschenbestandteile, Gesamt- und löslichen Stickstoff, Albuminstickstoff, N-fr. E. und Rohfaser, vermindert die übrigen Bestandteile.



Vorliegende Arbeit wurde im agricultur - chemischen Institute der Universität Königsberg in Pr. im Sommersemester 1903 begonnen und am Schlusse des Wintersemesters 1903/1904 beendet.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Chef und Lehrer, Herrn Prof. Dr. Albert Stutzer für die mir während meiner Studien gewährte reiche, liebenswürdige Unterstützung meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Thesen.

I. Die Hauptbedeutung des Speichels liegt in seiner physikalischen Wirkung.

II. Der Körper der Cestoden kann als Individuenstock aufgefasst werden

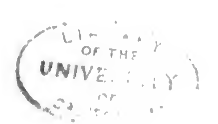
Lebenslauf.

Ich, Paul Wilhelm Eduard Vageler, bin am 30. Oktober 1882 geboren zu Maeken, Kr. Holland, als Sohn des Rittergutspächters Wilhelm Vageler und seiner Ehefrau Marie, geb. Falkner. Ich gehöre der evangelischen Confession an.

Ostern 1896 bezog ich die Untersekunda des kgl. Gymnasiums zu Elbing W.-Pr., welches ich Ostern 1900 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um mich dem Studium der Agrikulturchemie zu widmen. Nach 1 1/2 jähriger Tätigkeit in der landwirtschaftlichen Praxis bezog ich Michaelis 1901 die Albertusuniversität in Königsberg, wo ich von Ostern 1903 bis Ende März 1904 mit Ausführung meiner Dissertation beschäftigt war.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Docenten: **Abromeit, Albert, Backhaus, Blochmann, Braun, Buhlert, Gisevius, Gutzeit, Haendtke, Klinger, Lossen, Luerssen, Lühe, Mügge, Pape, Pfeiffer, Pilz, Rost, Schellwien, Stutzer.**

Ihnen allen sage ich an dieser Stelle meinen ehrerbietigsten Dank.


OF THE




SB211
P8V2
140239



